1843

Moride





ETUDES PHYSIOLOGIQUES DE LA PLANTE,

SOUS LES RAPPORTS CHIMIQUES ET PHYSIQUES.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE DEVANT L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS,
LE 3 JUIN 1843,

PAR ÉDOUARD MORIDE,
De Châteaubriand (Loire-Inférieure),
Ex-préparateur des cours de chimie et d'histoire naturelle à l'école de médecine de Nantes.



A MON PÈRE ET A MA MÈRE,

PIÉTÉ FILIALE.

A M. PREVEL,

Pharmacien en chef des hospices de Nantes, membre correspondant de l'académie royale de médecine, de la société de pharmacie de Paris, membre résident de la société académique de la Loire-Inférieure et du conseil de salubrité de la ville de Nantes.

HOMMAGE DE RECONNAISSANCE ET D'ATTACHEMENT

De son élève

Ed. MORIDE.

PROFESSEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,

MM. ORFILA.
RICHARD.

ÉCOLE SPÉCIALE DE PHARMACIE.

ADMINISTRATEURS,

MM. BOUILLON-LAGRANGE, directeur.
BUSSY, trésorier-

PROFESSEURS.

MM BUSSY. GAUTIER DE CLOUBRY.	Chimie.
LECANU. CHEVALIER.	Pharmacie.
GUIBOURT. GUILBERT.	Histoire naturelle
GUIART. CLARION.	Botanique.
CAVENTOU.	Toxicologie.
SOUBEIRAN.	Physique.

AGRÉGÉS.

MM. BOUDET.
CHATIN.
GOBLEY.
BURIGNET.
HENRY.

NOTA. *L'école ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

ETUDES

PHYSIOLOGIQUES DE LA PLANTE,

SOUS LES RAPPORTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

« Harum combinatione et motu intestino corpora
» gignuntur et accrescunt; harum mutuo ab invicem
» discessu et dissolutione alterantur et intereunt. »
(Willis de fermentatione, cap. 1.)

L'esprit humain, entraîné par la fougue d'une imagination impatiente d'approfondir, ardente à scruter les mystères d'un monde, aliment éternel de la pensée, n'attend pas toujours que les faits et l'observation lui révèlent les lois qui dirigent les mouvements de la matière inorganisée ou vivante. Jaloux de rattacher les connaissances présentes à celles de l'avenir, il pose hardiment un jour des théories que l'expérience du lendemain renversera sans peine. Le passé nous l'enseigne; chaque pas est une erreur, chaque création un éclatant mensonge, et l'intelligence, que nul flambeau ne guide, se débat incertaine au milieu des écueils qui l'environnent. Un point d'appui et un lévier, disait Archimède, je soulèverai le monde! La science résolut le problème dès qu'elle parvint à comprendre cette méthode expérimentale, si sévère dans ses formes, si heureuse dans ses résultats. Une fois assise sur une aussi large base, elle n'a pas craint de s'élever à ces hautes

maximes de philosophie naturelle, traduction fidèle de la volonté du créateur.

Quand apparut le phlogistique, cette brillante théorie de Sthal, on chercha, mais vainement à s'expliquer les phénomènes de l'organisme. La stérilité des efforts trahit longtemps l'impuissance Un homme vient alors et cet homme au génie sublime, annonce et démontre comme loi universelle, ce principe auquel l'expérience a donné la valeur de l'axiôme; rien ne se perd, rien ne se crée, l'univers est un cercle où la matière roule éternellement de transformations en transformations. La hardiesse de ces paroles, la lumière inattendue qu'elles projettent sur l'avenir, les routes inconnues qu'elles découvrent, donnent le signal d'une révolution inévitable et profonde. Parmi les savants, les uns, liés aux convictions du passé, s'épuisent à combattre des vérités qui les écrasent et succombent; les autres, séduits par les faits inébranlables que proclame Lavoisier, consacrent leurs talents et leurs veilles au développement des idées nouvelles.

Un demi siècle n'est pas encore écoulé et la chimie compte déjà parmi ses maîtres un grand nombre des hommes illustres qu'il a vu naître : après avoir étudié la nature intime des corps réagissants sur les corps, tous ont compris que la vie n'est pas un être inaccessible à notre investigation, mais le résultat des balancements imprimés à la matière modifiée par des forces primitives et continues.

La chimie organique fécondée qu'elle est par les travaux des Dumas, des Liébig et des Boussingault, par les larges tendances qu'ils lui impriment, fait concevoir chaque jour les plus belles espérances; tandis que les études anatomiques et physiologiques lui prêtant le concours de leurs progrès, agrandissent la sphère de sa puissance et faciliteront bientôt à tous les esprits les moyens d'aborder avec certitude les problèmes de la vie. Questions graves, imposantes, dont la solution jointe aux charmes d'un secret

dévoilé, l'intérêt d'applications immenses à toutes les branches des connaissances humaines!

A tous les hommes, poètes ou philosophes qui l'ont médité, l'univers est apparu comme une œuvre intelligente où l'immensité des détails concourt à la beauté d'un harmonieux ensemble. Chaque chose y possède son rôle immuable. D'un côté les corps, aux formes tantôt géométriques, tantôt indéfinies, marchent de combinaisons en combinaisons; de l'autre côté, les corps, aux formes arrondies; vivants, définis, sensibles, nous offrent le spectacle d'individus sans cesse renaissants et sans cesse détruits.

Les minéraux croissent, les végétaux croissent et vivent, les animaux croissent, vivent et sentent : ces quelques mots suffirent au génie de Linnée pour caractériser nettement, après les distinctions anciennes, des différences insaisissables, peut-être, si nous arrêtons nos regards sur la limite des grandes divisions qui se touchent par dégrés insensibles; profondes, au contraire, si nous considérons les règnes dans la plus haute manifestation de leurs propriétés.

Les difficultés de l'expérience grandissent à mesure qu'on s'élève dans les créations. La sensibilité, en nous montrant le terme des modifications imprimées à l'organisme, donne les moyens de lire les harmonies toujours certaines qui unissent l'animal considéré isolément à l'animal considéré dans ses relations avec le monde extérieur. L'animal se meut, possède la ruse, la force, l'instinct pour vivre, pour éviter les agents opposés au bien-être de son existence; tandis que le végétal, doué seulement d'irritabilité, accomplit sa destinée sur le sol qui l'a reçu, inévitablement soumis à toutes les influences que lui imposent la volonté de l'homme et les changements atmosphériques; causes les plus puissantes de son complet développement.

« Le physiologiste, qui n'embrasserait pas dans ses méditations » les phénomènes de la vie des plantes et de tous les animaux, a

» dit notre immortel Cuvier, se perdrait bientôt en conjectures » illusoires. » Nous saisirons donc toutes les occasions de faire jaillir de leur rapprochement et de leur comparaison l'universalité des lois qui régissent la vie des êtres; nous les suivrons à toutes les périodes de l'accroissement de la plante; dans la graine, dans les feuilles, mais surtout dans les organes reproducteurs que la nature semble avoir si fortement empreints des caractères ineffaçables de l'espèce.

La traduction des sexes, le mode de perpétuer l'individu, la structure anatomique, forcent l'observateur d'établir tout d'abord deux grandes divisions. La première comprend la longue série des végétaux composés d'utricules, à génération indistincte et sporangique; la seconde renferme les végétaux pourvus de vaisseaux et d'appareils visibles de reproduction. Le développement des uns encore peu connu, ne pouvant trouver place au milieu de cette esquisse imparfaite, nous nous bornerons à suivre les phanérogames depuis la germination jusqu'au terme définitif de leur dépérissement.

La graine ainsi que l'œuf fécondé sont des êtres organisés de telle manière que, placés dans les circonstances nécessaires, ils doivent inévitablement reconstruire l'individu qui les a formés. Est-il donc possible d'admettre avec le grand nombre des physiologistes, cette force inconcevable qu'ils ont appelée force vitale, force formatrice? Écoutons un illustre chimiste allemand, combattre avec les armes du raisonnement et de l'observation cette entité mystérieuse, voile discret jeté sur notre ignorance :

« Il ne faut pas, dit-il, que le prestige de ce mot force vitale » nous empêche de considérer sous le point de vue chimique l'acte » de la métamorphose de la matière et d'en tirer des conséquen» ces sur les fonctions de l'économie en général; car on sait com» bien peu de succès a eu l'application des principes d'où l'on est » parti jusqu'à présent.

» Est-ce donc réellement la force vitale qui, dans le germe pro-
» duit le sucre, ce premier aliment de la jeune plante? Est-ce elle
» qui donne à l'estomac la faculté de rendre aptes à l'assimilation
» et de dissoudre toutes les matières qu'on lui amène?

» La faculté d'effectuer des métamorphoses n'appartient donc
» pas à la force vitale; c'est à la perturbation des attractions élé-
» mentaires dans les corps qu'il faut les attribuer, elles sont la
» conséquence de phénomènes purement chimiques. »

Nous sommes parvenus à reproduire dans nos laboratoires un grand nombre de substances, qui selon l'expression ordinaire sont les produits de la force vitale, telles la salicine, l'acide valérianique, l'acide formique, la substance cristalline de la liqueur allantoïque des vaches.

« Cette force partage, comme on voit, beaucoup de propriétés
» avec les forces chimiques, puisque celles-ci peuvent parfois la
» suppléer. Ce sont précisément ces rapports qu'il est nécessaire
» de bien examiner. Du reste, il serait vraiment singulier que la
» force vitale qui sait tout utiliser, n'accordât aucune part aux
» forces chimiques quoiqu'elle les eût tout entières à sa dispo-
» sition. Il faut bien se persuader du contraire et séparer les ac-
» tions qui appartiennent aux forces chimiques de celles qui sont
» subordonnées à d'autres causes, et c'est ainsi seulement que l'on
» peut atteindre à cette netteté de connaissances où conduit l'in-
» vestigation raisonnée de la nature. Provisoirement, il ne faudra
» donc pas attacher plus de valeur au mot *force vitale* qu'en mé-
» decine au mot *spécifique*, car là aussi on a créé un mot qui doit
» expliquer tout ce qu'on ne sait pas. »

La série des corps vivants présente partout le germe accompagné d'une substance qui renferme les éléments premiers de sa nourriture embryonnaire : d'un volume variable elle est toujours proportionnelle, chez les mammifères, au temps qui précède la greffe utérine; chez les ovipares, elle est en raison des jours qui

s'écoulent pendant l'incubation maternelle ou atmosphérique. De même, le végétal peut-il offrir un rapport constant entre la grosseur de l'amande et le développement plus ou moins rapide de l'embryon étudié dans les familles, les espèces, eu égard à ses enveloppes, au climat et à l'habitation? Toutes questions si intéressantes sur lesquelles je me propose de continuer ardemment les travaux que j'ai déjà commencés.

Quelles sont les conditions favorables à l'évolution primitive du végétal? Les recherches nombreuses et délicates des modernes nous permettent de suivre pas à pas les phénomènes chimiques et vitaux de la germination. Afin d'activer le mouvement que l'imprégnation communique à l'œuf l'influence de l'air, de l'électricité et une température de 25 à 30° devient nécessaire; pour la graine il faut y joindre l'humidité et l'absence de la lumière. Sous l'influence harmonieuse et non interrompue de ces agents, la matière accomplit régulièrement ses métamorphoses; mais une cause quelconque vient-elle à les troubler, la vie est détruite et fait place à une décomposition rapide : la puissance formatrice sommeille au contraire pendant longues années dans le germe mis à l'abri des agents précités sans qu'il perde aucunement son énergie, comme l'ont prouvé les essais tentés par plusieurs botanistes sur des semences trouvées dans les tombeaux antiques : en effet, on les a vues après quinze cents ans germer, croître, fleurir et fructifier.

La graine se gonfle d'abord au milieu de l'humidité qui l'entoure, ses enveloppes se ramollissent, se distendent, et sous l'action de l'air, de la chaleur, les réactions s'établissent et la vie commence à se manifester. Dès ce moment les effets se compliquent, l'électricité intervient; l'eau absorbée est en partie décomposée; son oxigène, ainsi que celui emprunté à l'air, se porte sur le carbone de l'albumen, le brûle, produit de la chaleur et de l'acide carbonique qui déchirent en se dégageant les mem-

branes tégumentaires dont la mission est de préserver l'albumen de l'action trop immédiate de l'eau, de l'air et des corps étrangers; rôle important, comme l'a prouvé Duhamel, puisque des graines privées de leur épisperme n'ont pu germer ou produire que des végétaux imparfaits. L'azote est aspiré, l'hydrogène est fixé, l'acide acétique, la diastase apparaissent et donnent naissance à du sucre dont la plantule s'empare au moyen de son cordon ombilical, par lequel elle est intimement attachée à l'amande où toutes ces combinaisons ont lieu.

L'humus, éponge véritable qui renferme dans ses interstices les matériaux assimilables des plantes, fournit d'abord de la chaleur, de l'humidité, des sels ammoniacaux, et plus tard de l'acide carbonique, que les eaux qui le traversent peuvent lui enlever et transmettre à l'embryon qui l'élabore. D'après Liébig, ce rôle n'est que secondaire; il n'est pas indispensable puisque sans les végétaux il ne pouvait exister d'humus; que partout où on enlève successivement les foins, les arbres, l'humus devient de plus en plus considérable, qu'il n'est pas soluble dans l'eau, et comme dernière preuve, on a pu sans lui élever, ainsi que l'a fait M. Boussingault, des pois dans du sable seulement arrosé d'eau distillée, les faire fleurir et fructifier.

Dès que le dégagement d'acide carbonique commence, les organes respiratoires de l'embryon se développent en même temps que surgissent des fonctions nouvelles.

La radicule est la première à se montrer, tantôt libre, tantôt recouverte d'une espèce de sae qu'elle déchire. Plus tard, elle s'allonge et descend en ligne directe vers le centre du globe; tendance indestructible, inamovible, ainsi que les lois posées à la nature vivante afin d'assurer l'intégrité des fonctions et des organes. A quoi bon dès lors les efforts de Knight pour rattacher à la gravitation générale cette propriété de la racine. Cette dernière se cache au sein de la terre, où elle puise une partie

des matériaux assimilables de la plante, comme la tige élève ses feuilles, ses fleurs et ses fruits, dont la vie serait entravée ou s'éteindrait sans la présence continuelle de l'air, de la lumière, de l'humidité, de la chaleur.

La radicelle étend çà et là ses spongioles, qu'un grand physiologiste comparait aux bouches absorbantes du canal alimentaire des animaux, pompe l'eau chargée d'acide carbonique, de sels ammoniacaux, et d'autres substances minérales variables, selon les genres et les familles. Les cotylédons se déploient, restent sous terre ou viennent verdir à sa surface; dans le dernier cas, à la nutrition albuminaire des premiers vient se joindre le rôle des feuilles qu'ils précèdent. En même temps la tigelle se dirige en sens inverse de la radicule vers la lumière qu'elle recherche avec avidité. Ici encore nouveaux organes, nouvelles fonctions; mais avant de les étudier jetons un regard rapide sur les causes qui peuvent exciter, retarder ou même anéantir la germination.

De Saussure l'a prouvé, contrairement à l'opinion d'Humberg, l'air est aussi indispensable à la graine pour germer qu'à l'œuf pour éclore. Outre l'azote que la première y puise quelquefois, tous les deux assimilent l'oxigène, brûlent du carbone, dégagent de la chaleur, de l'acide carbonique. Plongés dans l'oxigène pur et entourés des conditions favorables, leur accroissement s'exécute avec une activité remarquable, qui bientôt fait place à un dépérissement complet. En peu d'heures l'individu a usé ses forces; ses ressources sont consumées, il succombe.

L'union de l'azote ou de l'hydrogène à ce gaz, dans des proportions convenables tempère son énergie, favorise les fonctions de l'embryon d'une manière plus lente, il est vrai, mais plus durable et par suite avantageuse. L'obscurité paraît aussi jouir d'une influence favorable. A la lumière, les graines absorbent du carbone, dégagent l'oxigène, et verdissent. D'après les expériences mille fois répétées des hommes qui se sont livrés à l'étude de ces

influences, l'œuf ni la graine ne peuvent se développer, ni dans la machine pneumatique, ni dans le gaz azote, ni dans l'hydrogène, ni dans l'acide carbonique, ni même exposés à une lumière trop vive ou à une chaleur trop élevée. Cependant Lindley a vu germer des semences de framboisier retirées des confitures qui avaient supportées par conséquent 230° (Farenheit) de chaleur, de même que d'autres qui avaient séjournées au milieu des glaces.

J'ajouterai avec de Humbolt, Otto et Guœper, que tous les corps susceptibles de se dissondre dans l'eau et de fournir par une facile décomposition une partie de l'oxigène qu'ils possèdent, accélèrent comme ce gaz la germination tout en épuisant l'embryon qui, par suite, ne tarde pas à périr; tels que le chlore, le brome, l'iode, les acides sulfurique, nitrique, phosphorique, benzoïque, citrique, oxalique, acétique et gallique, en solution dans l'eau; que les alcalis, au contraire, exercent une action diamétralement opposée. Le tannin arrête la propriété germinative. L'eau bouillante la développe quelquefois.

Les expériences de M. Pouillet ont fait connaître le rôle de l'électricité sur les actes de la végétation, et d'après MM. Nolet et Becquerel les graines soumises à un courant de fluide négatif germent plus promptement que celles qui ont été électrisées positivement.

Si le trop d'humidité nuit à certaines graines, il en est d'autres auxquelles cet excès est nécessaire, je veux parler des semences des plantes aquatiques. Pour les premières, la terre, comme nous l'avons dit, n'est qu'une éponge où elles viennent puiser au fur et à mesure du besoin les molécules assimilables. L'eau, quant aux secondes, remplace cette éponge et leur présente les mêmes substances à l'état de solution : telles, que l'acide carbonique, un air contenant une plus grande proportion d'oxigène que celui de l'atmosphère et divers sels minéraux; le tout accompagné d'une température suffisante.

Dès que les feuilles commencent à se développer du milieu des

bourgeons, elles verdissent et commencent à fonctionner à la place des cotylédons : ceux-ci épuisés, neutralisés et étouffés par elles, jaunissent, tombent, et servent encore, après leur mort, d'engrais au végétal qu'ils ont alimenté pendant leur vie. Ici l'observateur trouve encore la confirmation d'un principe reconnu depuis longtemps, invariable dans ses applications, c'est-à-dire l'atrophie complète d'un organe dont les fonctions sont devenues inutiles.

En résumé, nous voyons que la petite plante a déjà subi de grandes modifications; nourrie d'abord par absoption, aux dépens de l'albumen, elle l'est ensuite par la radicelle, puis par les cotylédons. Composée dès le principe du tissu cellulaire le plus simple, de l'utricule, elle va posséder maintenant un système vasculaire, et bientôt on peut apercevoir les fibres, surtout dans les tiges des dicotylédons.

A mesure que les feuilles apparaissent, le rôle de l'humus devient de moins en moins important. Les racines cessent de croître par la dilatation générale des cellules : elles augmentent alors par des espèces de petits cônes formés par la sève élaborée, et qui s'ajoutent successivement les uns aux autres. Ces nouvelles racines contiennent, comme la chair, de l'azote en grande abondance : elles deviennent roses sous l'influence du nitrate de mercure, et ne peuvent se développer que quand elles sont entourées de tannin, ainsi que l'a prouvé M. Payen. Il existe une corrélation remarquable entre elles et les feuilles. Le végétal perd-il un de ces organes? il reste stationnaire ou ne tarde pas à périr. Nous voyons cette corrélation se prononcer aussi à des degrés plus ou moins évidents chez l'animal, entre l'appareil respiratoire et les autres fonctions. L'ombre et l'humidité facilitent la formation des racines; l'air sec, au contraire, s'y oppose, et exposées à la lumière, elles verdissent et peuvent même quelquefois se charger de feuilles. Elles sont destinées à absorber les gaz, les liquides,

les sels répandus dans la terre qu'elles pompent surtout par leurs spongioles, et excrètent aussi des matières solides ou liquides que la plante n'a pu s'assimiler, substances utiles à certains végétaux, nuisibles à quelques autres.

Les feuilles, véritables poumons, sont des expansions formées par l'épanouissement des faisceaux vasculaires qui, se séparant de la tige, s'anastomosent entre eux et renferment au milieu de leurs mailles une multitude de cellules qui contiennent des petits granules verts d'une composition hydrogénée analogue à la cire, que les phytotomistes ont nommés chromule, les chimistes chlorophylle. Ces expansions sont toujours recouvertes d'un épiderme distinct, vernis, extrêmement mince, sur lequel sont répandus des stomates nombreux et très rapprochés. Les stores correspondent aux méats respiratoires où viennent circuler les gaz, et toutes les feuilles présentent sous ce rapport un grand nombre de variétés qu'il est souvent impossible de rattacher à des lois constantes. Celles des plantes herbacées en ont des deux côtés, celles des arbres seulement sous la face inférieure, et celles qui sont d'ordinaire appliquées sur les eaux n'en possèdent qu'à leur face supérieure. Les feuilles entièrement submergées n'en présentent aucun. Ces organes peuvent être regardés comme des bouches contractiles que l'humidité, l'obscurité gonflent, ferment, que la lumière solaire et la chaleur dilatent et entr'ouvrent.

Veux-ton examiner avec attention les diverses positions des feuilles autour des tiges? on s'aperçoit facilement que quelque soit leur nombre, leur longueur, elles y sont toujours rangées selon un certain ordre de verticilles ou de spirales qui leur permet d'être exposées aux rayons lumineux, sans lesquels elles ne peuvent fonctionner. En outre, elles présentent toujours des formes anguleuses, propre à soutirer l'électricité de l'atmosphère.

Dès lors qu'elles sont venues se développer au jour et verdir à la lumière, une double circulation se manifeste. L'eau tenant en solution de l'air, de l'acide carbonique, des sels minéraux, est aspirée par les spongioles et constitue la sève ascendante. Cette sève, conduite par les vaisseaux fibreux, est entraînée par une force puissante que les uns ont attribuée à la capillarité, à une force de succion exercée par les organes foliacés; les autres à l'électricité ou à l'endosmose et l'exosmose. Arrivée dans les feuilles, elle y subit les modifications que déterminent les agents physiques de la végétation, et, de plus, le contact de la chlorophylle qui absorbe tellement les rayons chimiques de la lumière, qu'elle ne peut pas être représentée par l'appareil si sensible de Daguerre. Les premiers changements qu'elle éprouve est la concentration par la perte d'une partie de son eau qui se répand en vapeurs dans l'atmosphère. Bientôt la feuille devient apte à vaincre les affinités chimiques les plus énergiques; ainsi elle décompose l'eau, en fixe l'hydrogène et l'oxigène, absorbe l'acide carbonique de l'air ambiant, le décompose totalement, de même que celui transporté par la sève ascendante, en fixe le carbone, absorbe une partie de l'oxigène, rejette l'autre à l'état de pureté, et s'assimile l'azote emprunté aux combinaisons ammoniacales, soit dissoutes dans les liquides, soit répandues dans l'air. La sève acquiert ainsi des propriétés nouvelles et devient propre maintenant à nourrir la plante et à faire augmenter sa masse en y introduisant de plus des matières minérales qui doivent y prendre vie. Alors elle descend par les vaisseaux du latex, distribue à toute l'économie végétale son fluide élaboré, et sert principalement à former le cambium qui, circulant chez les dicotylédons, entre le liber et l'aubier, doit plus tard renouveler l'un et l'autre.

Si les fonctions de la feuille sont telles pendant le jour et sous l'influence de la lumière directe ou diffuse, il n'en est pas de même pendant la nuit. En effet les stomates se ferment, la cir-

culation séveuse se ralentit, l'oxigène de l'air, la rosée condensée et l'acide carbonique qu'elle contient, pénètrent par les pores organiques jusque dans les méats, tandis que l'acide carbonique aspiré par les racines se dégage sans avoir éprouvé la moindre altération. La plante est soumise aux effets d'une puissante oxigénation, sous l'action de laquelle des sucs s'acidifient, des huiles volatiles se changent en résines et de nouveaux principes immédiats sont créés. Les fonctions des feuilles sont donc totalement anéanties ou plutôt changées pendant la nuit. Mais vient-on, comme le prouvent les ingénieuses expériences de MM. de Candolle et Bory de Saint-Vincent, à remplacer la lumière du jour par une lumière artificielle, tous les phénomènes que nous avons vus se dérouler d'abord, se manifestent avec autant d'intensité. La lumière est donc nécessaire, indispensable aux plantes et nous devons attribuer à cet impérieux besoin, les tendances naturelles qu'ont les végétaux à la rechercher avec avidité. Elle présente deux modes d'action bien distincts sur les plantes selon l'époque de leur accroissement. Nuisible à la germination, elle devient tellement essentielle à l'accomplissement des réactions chimiques qui constituent les phénomènes nutritifs et respirateurs, que l'être qui en est privé s'allonge en tous sens pour l'aller chercher, s'étiole, devient aqueux, s'épuise et meurt d'inanition entièrement dépourvu de Chlorophylle.

Je ne peux avancer plus loin sans m'arrêter sur les analogies si nombreuses, que tous les physiologistes ont remarquées entre la circulation de la sève chez les plantes, et celle du sang chez les animaux.

Dans tous les êtres vivants la fonction des globules est de fixer l'oxigène ou le carbone, rôle qui appartient à la chlorophylle et à la matière colorante du sang; le plus grand nombre possède une double circulation pourvue chez les uns d'appareils sensibles et contractiles qui mettent continuellement en contact avec les

organes oxigénants les substances alibiles, ainsi que celles devenues inutiles à l'économie. Chez les plantes, au contraire, les mouvements de la sève, activés ou ralentis selon les degrés de la température et de l'humidité, s'exécutent dans des tubes inertes chargés de conduire les sucs nutritifs aux organes carbonisants. Leur respiration trachéale, pour ainsi dire, représente la respiration des insectes.

Quoique tous les végétaux soient primitivement formés d'utricules, c'est-à-dire du tissu le plus simple, ils n'ont cependant pastous la même structure, le même mode de grandir, de se nourrir. Les acotylédons s'accroissent par la multiplication d'utricules qui renferment les sucs nourriciers, doués de mouvements giratoires. L'enveloppe extérieure est un tissu cellulaire durci par l'action de l'air et auquel se trouvent attachés des granules de clorophylle destinés, sous l'influence de la lumière, à élaborer la sève ascendante que les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, joints à la succion des feuilles, leur amènent d'utricules en utricules.

Quant à l'accroissement des mocotylédons, il est analogue pendant la première période à celui des acotylédons; mais bientôt les utricules s'attachent les unes aux autres, se durcissent, se modifient et forment le tissu vasculaire, fasciculé répandu dans toute la masse du tissu cellulaire qui compose le stype presque en totalité. Ces canaux servent à conduire les gaz et la sève; alors le développement en épaisseur a lieu du centre vers la circonférence, celui en hauteur par la succession continuelle du bourgeon supérieur.

Enfin, les dicotylédons réunissent les divers modes d'accroissements, les divers tissus, et possèdent une structure si bien tranchée, qu'il est impossible de la méconnaître. La sève, comme nous l'avons vu, après avoir subi la carbonisation dans les feuilles, redescend par les vaisseaux du latex entre le liber et l'aubier;

et là, donne naissance au tissu qui renouvelle ou plutôt augmente l'un et l'autre. Le cambium pénètre ainsi dans l'intérieur des tiges par les pores, les canaux médullaires, et sert alors à leur augmentation en hauteur et en largeur.

Tous les physiologistes n'admettent pas que les végétaux grandissent d'une manière aussi simple que nous venons de l'exposer. Un grand nombre veulent que les bourgeons soient les principaux agents de cette fonction ; à leurs yeux ils sont comme des embryons qui produisent des racines, des feuilles, des tiges et des appendices latérales. Pour d'autres, ils ne sont que des feuilles avortées, renfermant intérieurement d'autres feuilles ou des fleurs. Telles sont les théories en vigueur aujourd'hui ; toutes possèdent en leur faveur des faits exacts, des expériences nombreuses et la confiance due au nom d'illustres observateurs.

A des époques déterminées par les climats, les saisons, la nature des terrains, des habitations, et souvent aussi par l'intelligence de l'homme, des fleurs naissent sur la tige. A Goëthe appartient la gloire d'avoir démontré le premier l'immense analogie qui les rapproche des feuilles. Les travaux modernes ont pleinement sanctionné cette belle découverte du poète.

La fleur complète se compose de l'extérieur à l'intérieur d'un calice, d'une corolle, d'étamines et de pistils. Nous y voyons des organes qui continuent les espèces dans le temps et dans l'espace; tandis que des membranes enveloppantes, parées ordinairement d'éclatantes couleurs, sont chargées de protéger et d'assurer les fonctions les plus importantes de l'individu, en même temps qu'elles concourent à l'harmonieuse beauté de l'univers. Un grand naturaliste a écrit : « L'homme végète pour le système nerveux. » Opposons à ces paroles, traduction d'une vérité profonde, celles non moins vraies qu'elles nous ont suscitées. Ne pourrait-on pas dire des plantes qu'elles végètent pour le sys-

tème sexuel? En effet l'assimilation est active, tous les phénomènes s'accomplissent avec énergie jusqu'à ce que l'avenir du germe soit assuré; mais quand le grand acte est consommé, la vie semble s'éteindre, quelques-unes même cessent d'exister, comme les éphémères qui meurent après avoir déposé leurs œufs sur le bord des eaux. Nous verrons donc souvent disparaître ces parties accessoires et le végétal simplement réduit aux organes les plus indispensables de la nutrition et de la multiplication. Je n'étudierai point la disposition des fleurs, des corolles, la réunion ou la dispersion des sexes; mais je rechercherai les rapports que fait jaillir la comparaison de ces appareils dans la série des êtres vivants. Partout il nous sera facile de lire ce que l'intelligence a tracé dans toutes ses créations, unité, convenance, harmonie.

La fécondation est le plus souvent achevée, lorsque les fleurs commencent à s'épanouir. L'anthère, d'abord parfaitement close, s'ouvre, laisse tomber ou projette ses innombrables grains polléniques; ceux-ci, retenus par la liqueur visqueuse qui enduit le sommet du stigmate, se gonflent, s'allongent, déchirent leurs enveloppes et laissent échapper la fovilla. Celle-ci descend à travers les espaces intercellulaires du pistil et pénètre les ovules qui sans l'imprégnation se flétrissent, et la plante parcourt incomplètement le cercle de son entier développement.

L'ovule se compose, à son état primitif, d'une petite cellule que remplit un liquide mucilagineux. Peu de temps après la fécondation, on y aperçoit des granules organiques entourant la cellule primordiale; qui, suspendue, libre ou recouverte d'un sac embryonaire, adhère par son funicule au sommet de l'ovule. Le liquide s'épaissit de plus en plus, forme l'albumen; le cordon ombilical se raccourcit et dès-lors l'embryon agit sur la graine, comme la graine agit sur le fruit par son placenta, comme le fruit agit sur l'arbre par son pédoncule. Tout est accompli, les corolles se fanent, les feuilles désormais inutiles

se flétrissent, tombent; le végétal dépouillé s'engourdit pour renaître, ou restitue à la matière inorganisée les éléments que la vie avait tenus réunis. Alors commence la dissémination; l'ovaire ou tombe ou s'entrouvre et livre aux animaux, aux vents, aux courants, le soin de disperser les germes.

Les lois qui régissent le renouvellement des espèces végétales sont elles applicables à l'animalité? Si les formes y sont différentes, si la composition y est variable, est-il impossible de ramener à des principes généraux, universels, ces actes où la nature voile, sous la grâce infinie des détails, l'intégrité éternelle des organes et des fonctions? Du moment où le système sexuel des plantes fut connu, l'observation annonça des analogies confirmées aujourd'hui par les études microscopiques d'une délicatesse merveilleuse; elles semblent justifier tout d'abord les vues de quelques physiologistes désireux d'échelonner les êtres vivants sur deux lignes parallèles. — La locomotion unit l'animal à l'animal qui le complète, aussi le voyons nous pourvu d'une secrétion tégumentaire qui favorise l'imprégnation en mettant l'œuf en contact avec le zoosperme; tandis que l'immobilité nous explique, au contraire, l'hermaphrodisme général des plantes, le nombre incalculable et la légèreté des granules polléniques. Chaque organisme sensible suivra, pour se transmettre, les mouvements de sa volonté ou la voix d'un impérieux besoin; tandis que la fécondation végétale a été, pour ainsi dire, confiée presque entièrement aux agents extérieurs. Peu importe, d'ailleurs, la modification des appareils; quant à son essence, la fécondation est une, la reproduction est une. Le sperme et la fovilla sont composés d'un liquide où se meuvent des myriades d'animalcules chargés d'accomplir une union mystérieuse à jamais impénétrable, et de communiquer à l'œuf ou à l'ovule la source d'une activité que la mort seule peut détruire.

A l'époque de la réunion des sexes, l'économie animale semble

concentrer toute sa puissance vers l'importante fonction qui se prépare de même lors de l'imprégnation; quelques plantes indépendamment de la lumière, comme Hubert l'a constaté, manifestent une grande énergie vitale. Les oscillations du labellum des orchidées, la projection du pollen par les étamines, l'accroissement de la température dans les arum, en sont les indices non équivoques auxquels doivent peut-être s'ajouter les odeurs qui s'exhalent du sein des fleurs et des glandes qui les accompagnent.

Les savantes recherches de M. Serres sur l'organogénie, ont relégué dans le domaine de l'histoire cette fameuse théorie des préexistences et fait toucher, pour ainsi dire, la réalité de l'épigénèse. L'évolution du germe lui a démontré qu'à des périodes variables il répétait les organismes qui lui sont inférieurs. Magnifique découverte, qui, tout en confirmant la série animale, est venue éclairer l'anatomie comparée, et nous rendre compte de phénomènes inconcevables jusqu'alors. En face de faits aussi remarquables, je me suis demandé si la nature n'avait pas suivi dans le développement de l'ovule des voies semblables? si l'ovule des dicotylédons, par exemple, ne reproduisait pas dans l'ordre de ses développements la génération sporangique et les formes de l'ovule des monocotylédons? si la cellule, mère de tous les tissus qui le composent, quant à ses enveloppes, quant à ses parties les plus essentielles, n'en offrait pas un exemple frappant? J'avoue que j'ai craint d'aborder cette question attrayante, mais d'une solution trop difficile à mon inexpérience.

Telle est l'histoire, sans doute, très incomplète de la plante. Nous avons vu toutes les assimilations s'exécuter dans la cellule; nous avons vu marcher ensemble ou se succéder tour-à-tour la nutrition cotylédonaire et la nutrition par les spongioles, s'unir par les mouvements de la sève à l'appareil de réduction des gaz. Rattachons maintenant à des considérations plus philosophiques l'étude isolée du végétal, montrons-le comme un chaînon indis-

pensable à l'ordre établi, comme un point d'où découle et vers lequel converge une mystérieuse harmonie.

Tout homme qui réfléchit profondément à l'origine et à la destinée de la matière vivante, s'est aussitôt demandé : l'univers, avec sa belle parure, est-il instantanément sorti des mains du Créateur? quels sont les êtres qui d'abord ont vécu? combien de temps a-t-il fallu pour compléter leur apparition? Eh bien! la faiblesse humaine a courageusement abordé ces difficiles problèmes. Non contente de pouvoir observer les lois imposées à la nature dans l'existence et le renouvellement des créations, elle a voulu assister à la naissance des mondes, elle a interrogé les traditions des anciens peuples, elle a fouillé avec ardeur les ruines du passé. Avouons-le, malgré les ténèbres épaisses qui environnent les premiers jours, le succès a souvent couronné l'audace de ses efforts. Une seconde fois encore, elle a pu voir que l'intelligence éternelle a suivi dans la succession de ses œuvres la voie qui fait aujourd'hui notre admiration. Les siècles, elle ne les a pas comptés. Nul cataclysme n'a pu entraver ou arrêter les transformations toujours croissantes de la matière. Des espèces ont été effacées, il est vrai, mais quelles en sont les causes? faut-il accuser les perturbations profondes qui ont accompagné l'enfance de l'univers, l'anéantissement d'influences inconnues qui présidaient à leur destinée ou bien encore le petit nombre d'individus vivants sur des points complètement bouleversés?

Les amas considérables de houilles, d'anthracites déposés entre les premières couches du globe sont des témoignages incontestables de la végétation primitive. Parmi tous ces charbons minéraux, parmi tous ces produits pyrogénés qui ne semblent provenir que de la carbonisation étouffée d'une immense quantité de végétaux, on trouve des empreintes nombreuses et bien caractérisées d'acotylédons et de monocotylédons aux formes gigantesques. D'après M. Ad. Brongniard il faudrait supposer, et jusqu'ici

cette opinion semble la plus vraisemblable, qu'après le refroidissement de la première couche du globe, quelques végétaux d'une organisation rudimentaire commencèrent à se développer avec beaucoup d'énergie, favorisés qu'ils étaient par une haute température, une atmosphère abondamment pourvue d'acide carbonique, de vapeurs d'eau et une vive lumière.—Si nous évaluons par les approximations du calcul la quantité de carbone que peuvent fournir les mines de nos charbons fossiles l'air et les corps organisés, nous en déduirons cette remarquable conséquence; que le carbone répandu dans l'atmosphère à cette époque d'une distance incalculable représenterait une couche de noir de fumée d'un décimètre d'épaisseur environ recouvrant toute la surface de la terre. La proportion de l'acide carbonique était donc alors de 5 à 6 p. 100, tandis qu'aujourd'hui elle s'élève à peine à 2 p. 100. Les terrains les plus anciens ne nous ont fourni que des agames et des monocotylédons mais à mesure qu'on s'élève dans les enveloppes du globe, l'organisation devient plus complexe, les végétaux supérieurs apparaissent et nous offrent les dernières limites de la puissance formatrice. Les mêmes recherches ont conduit aux mêmes considérations quant au développement successif de l'animalité.

Un physiologiste allemand a cru reconnaître que la réunion de certaines circonstances pouvait engendrer des êtres occupant une place assez élevée dans l'échelle. Ainsi les plantes maritimes dans le voisinage des mers, les orties, les truites dans les eaux des montagnes, les coquilles dans les étangs proviennent, selon lui, de la fermentation qui peut s'établir au sein d'un terrain composé de pièces désagrégées, de végétaux pourris, arrosés par des eaux pluviales ou salées. Quelle que soit l'autorité d'un nom justement célèbre il nous est impossible d'accepter comme démontrées des opinions appuyées sur des expériences fallacieuses et des faits incomplétement observés. A nos yeux la conception des générations spon-

tanées est une des plus grandes erreurs des temps modernes. Nos moyens d'investigation sont à peine assez puissants pour révéler l'existence des infusoires et non contents d'expliquer au moyen d'une théorie inconcevable une reproduction que la petitesse des germes nous dérobe, nous voudrions l'appliquer à des animaux supérieurs qui chaque jour nous rendent témoins de leur reproduction! Les générations spontanées sont un mensonge et ce mensonge ne peut détruire cette grande vérité qui jaillit de la nature consciencieusement étudiée : tout animal provient d'un œuf ou se multiplie par la scission d'un autre animal.

Le règne végétal est le grand laboratoire de la vie. C'est là que les matières organiques se forment, et elles s'y forment aux dépens des substances qu'elles empruntent continuellement aux corps environnants, à l'atmosphère où les produits de la décomposition, les bouches des volcans, les excrétions animales, les étincelles électriques, les pluies d'orage portent sans cesse des corps oxidés.—La vie des plantes semble intimement liée à la présence des alcalis et des sels minéraux; ceux-ci constituent en partie la paille, les poils soyeux des graminées, l'épiderme des graines. Les analyses nombreuses exécutées depuis le commencement de ce siècle, la constitution des terrains, les essais malheureux de quelques expérimentateurs inhabiles, l'habitation même des plantes ont mis en évidence la nécessité des oxides, comme indispensables au complet développement de la plante, et tracé des règles invariables à l'agriculture. D'après Saussure, les bases se rencontrent en moindre quantité dans les organes où l'assimilation est la plus forte, comme dans le corps ligneux. Leur proportion atteint le maximum dans les organes qu'il effectuent, ainsi les feuilles contiennent plus de potasse et donnent par conséquent plus de cendres ; les branches elles-mêmes en sont plus riches que le tronc.

On s'étonne, dit Liébig, que les graminées, nourriture de

l'homme, le suivent ainsi qu'une bête domestique. Elle le suivent par la même raison que les plantes marines recherchent les rivages de la mer et les eaux salées, que les urticées séjournent dans les décombres. Les unes ont besoin de chlorures, les autres exigent des nitrates. Or, aucune de nos céréales ne peut donner une graine qui fournisse de la farine, sans qu'elle rencontre une quantité abondante de phosphates de magnésie et de chaux, principes qu'elles trouvent dans les os, l'urine de l'homme et des animaux. Pourquoi le blé ne vient-il pas dans un terrain sablonneux ou pauvre en argile? Parce qu'il y manque l'alcali nécessaire à cette céréale. Peu importe alors que les reste lui soit offert en abondance.

Mais la plante n'absorbe pas seulement, elle réduit les oxides, elles crée toutes les substances organisées connues. Avec le carbone et l'eau elle forme l'amidon, qu'elle tient en réserve dans l'embryon ou à la base des bourgeons, la dextrine, le sucre et le tissus ligneux, avec l'hydrogène en excès, Elle forme des huiles volatiles, des matières grasses qu'elle brûle à l'époque de la germination et de la floraison, de la cire enfin qui préserve certains fruits des atteintes de l'humidité. L'azote, plus le carbone, plus l'eau, produit le tissu cellulaire; l'hydrogène plus l'oxigène, plus le carbone, produisent l'albumine des sucs, la légumine, la fibrine, le gluten et le caséum.

La plante emprunte la première à l'atmosphère, la matière gazeuse la condense, lui donne la vie; véritable appareil de réduction, elle crée l'aliment qui fournit aux besoins de l'animal. Celui-ci, véritable appareil de combustion, véritable machine à vapeur, brûle au moyen de l'oxigène, le charbon, l'hydrogène, l'azote, et produit force chaleur, électricité, acide carbonique, vapeur d'eau, urée, acide urique. On prévoit dès lors que les êtres dans leur existence sont intimement unis. Les uns expirent du carbonne, les végétaux l'aspirent, et, source intarissable de

l'oxigène le plus pur, ils réparent incessamment les pertes que l'acte respiratoire fait éprouver à l'atmosphère. Si nous ajoutons à tous ces grands changements le rôle incontesté et indispensable de la lumière que décèle la végétation vigoureuse des tropiques, les chaleurs brûlantes de l'équateur, la température et la flore rabougrie des régions froides, nous comprendrons la nécessité des courans établis par les vents et par la rotation de la terre.

Une des plus belles conquêtes de la chimie moderne est d'avoir pu découvrir cette suite d'actions merveilleuses dont le balancement assure la stabilité de la composition atmosphérique, et d'avoir ainsi agrandi la sphère de la philosophie naturelle. La plante réagit sur le monde inorganique, l'herbivore réagit sur la plante, le carnassier réagit sur l'herbivore. Entre le gramen et le lion, disait Boërhaave, il n'y a d'autre différence que le bœuf qui mange l'un et est mangé par l'autre; mais tous réagissent sur le fluide ambiant, tous y ramènent, soit en accomplissant les phénomènes de la vie, soit en subissant les phénomènes de la décomposition, les éléments qu'ils y avaient pris, lois admirablement traduites par les paroles d'un illustre chimiste que nous ne saurions trop citer : Tout ce que l'air donne aux plantes, les plantes le cèdent aux animaux, les animaux le cèdent à l'air, cercle éternel dans lequel la vie s'agite, se manifeste, mais où la matière ne fait que changer de place (Dumas). A côté du savant qui a si puissamment contribué à la rigoureuse démonstration de ces vérités simples et sublimes, citons, pour clore un travail imparfait, l'homme qui les a peut-être le mieux senties.

« L'attraction et l'impulsion sont les deux principaux instru-
» ments de la nature sur les corps bruts; la chaleur et les molé-
» cules organiques vivantes sont les principes actifs qu'elle met
» en œuvre pour la formation et le développement des êtres or-
» ganisés. Avec de tels moyens que ne peut-elle? Elle pourrait
» tout si elle pouvait anéantir ou créer; mais Dieu s'est réservé

» ces deux extrêmes du pouvoir : anéantir et créer sont les attri-
» buts de la toute puissance ; altérer, changer, détruire, déve-
» lopper, renouveler, produire, sont les seuls droits qu'il a voulu
» céder. Ministre de ses ordres irrévocables, dépositaire de ses
» immuables décrets, la nature ne s'écarte jamais des lois qui lui
» ont été prescrites ; elle n'altère rien aux plans qui lui ont été
» tracés, et dans tous ses ouvrages elle présente le sceau de l'E-
» ternel : cette empreinte divine, prototype inaltérable des exis-
» tences, est le modèle sur lequel elle opère ; modèle dont tous
» les traits sont exprimés en caractères ineffaçables et prononcés
» pour jamais ; modèle toujours neuf, que le nombre des mou-
» les ou des copies, quelqu'infini qu'il soit, ne fait que renou-
» veler.

» Tout a donc été créé et rien encore ne s'est anéanti ; la na-
» ture balance entre ces deux limites sans jamais approcher ni
» de l'une, ni de l'autre. » (BUFFON).



Paris. —Imprimerie de Lacour et Maistrasse fils, rue St-Hyacinthe-St-Michel, 33.